



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Engenharia de Telecomunicações



TT419 - PROGRAMAÇÃO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS
DISPOSITIVOS INTERNOS DO SMARTPHONE

Luis Fernando Sanches da Fonseca	RA:156442
Luis Fernando Viel Filho	RA:147118
Matheus de Lima Cerqueira	RA:156711
Raphaela Carvalho Cruz	RA:157111

LIMEIRA
2016

Introdução

Um *smartphone* consegue fazer muito mais coisas além de somente ligações telefônicas. Como é de se notar, os mais modernos são capazes de fazer muito mais do que um antigo Motorola StarTAC. Isso se comprova pela a quantidade de aplicativos que eles têm.

Smartphones se tornaram realmente computadores, além de telefones, e devido ao seu "boom" de popularidade e de vendas, é difícil encontrar hoje em dia uma pessoa no mundo que não possua um. Em 2017 é estimado que um terço da população do mundo possuirá um *smartphone*^[1], isso significa que um terço da população terá um computador portátil, que levará consigo na maior parte do tempo, ou seja, esses aparelhos fornecem um enorme potencial.

Smartphones são computadores e telefones, isso significa que eles possuem o que todo computador possui, microprocessador; memória RAM e memória de armazenamento além dos itens coisas que todo telefone portátil possui tais como antena; microfone e alto falante. Além disso é incluído neles uma séries de dispositivos eletrônicos e sensores que expandem as informações que o processador pode receber, e consequentemente, o que o aparelho pode fazer. Este trabalho se refere a esses dispositivos e sensores.

O aparelho *smartphone Samsung Galaxy S5* foi usado como padrão de referência, dado ao fato de que foi um dos celulares mais vendidos no mundo em junho de 2015^[2], na definição de quais dispositivos eletrônicos e sensores um celular moderno e bastante vendido possui.

>Scanner de impressão digital

Antes de chegarem nos *smartphones*, os sensores biométricos chegaram ao computadores portáteis, tendo como principal função o desbloqueio de telas.

Hoje as grandes marcas de celular aproveitam essa tecnologia de um modo mais completo. Sendo o principal interesse a possibilidade de realizar pagamentos de forma rápida. Podendo a impressão digital substituir a senha ou aumentar a segurança por usar ambos.

No ano de 2015 muitas fabricantes fizeram a transição e passaram a fabricar dispositivos com leitor de impressão digital o que facilita a popularização da tecnologia.

Existem três tipos diferentes de tecnologia para leitura de impressão digital: Capacitiva, óptica e ultrassônica. Sendo a mais popular a capacitiva.

Nos *iPhones* e *Galaxys* mais modernos são usados leitores capacitivos. Essa tecnologia usa corrente elétrica para formar uma imagem da digital. Ao colocar o dedo sobre o sensor, diferentes tensões serão geradas por meio da interação de circuitos semicondutores com a superfície do dedo, diferenciando sulcos de vales na digital. Esses valores são enviados para o processador e então é feita a leitura. Essa leitura, que é como uma foto 2D da digital, é comparada com o padrão salvo no celular. Essa tecnologia é usada nos *iPhones* e *Galaxys* mais modernos. Para evitar problemas de segurança as informações das digitais, antes de serem salvas (não como imagem). As informações extraídas são criptografadas. Em seguida são processadas dentro de uma zona segura do chip e só depois armazenadas. Todos os dispositivos são criptografados de forma que nem mesmo a *Samsung* poderia decodificar as digitais.

>Sensor de luz RGB

Este é o sensor responsável por equilibrar as cores exibidas na tela do seu *smartphone* quando o recurso está habilitado. A ideia é similar ao que já existe em muitos modelos de televisores. Quanto maior a incidência de luz sobre ele, maior é o brilho de tela necessário a ser emitido.

>Sensor de efeito Hall

É um sensor que reage ao campo magnético. É utilizado para detectar quando o aparelho está recoberto pela *S View Cover*. O acessório é vendido separadamente, mas permite que os usuários vejam algumas informações em um parte específica da tela.

>Radio

Com o passar do tempo esta funcionalidade foi perdendo prioridade. Devido a falta de espaço para hardware a função de radio foi se tornando cada vez mais limitada, não existindo assim um sistema em hardware para melhorar a robustez contra interferências ou mesmo espaço para um antena. Os últimos aparelhos com inclusão de uma funcionalidade AM foram lançado em 2008. Em muitos aparelhos mais modernos já não é mais possível se ouvir radio FM. Alguns até possuem receptores de FM, mas o usuário não pode usá-lo devido ao chip estar desativado.

>Medidor óptico da Frequência de Batimentos Cardíacos

O Medidor Óptico de Batimentos Cardíacos funciona quando está em contato com a pele de uma pessoa, iluminando localmente, veias e capilares sanguíneos, medindo a quantidade e a frequência de sangue fluindo

neles. Determinando assim o BPS (*Beat Per Minute*). Sua aplicação é, naturalmente, medir os BSP de uma pessoa.

Para comparar a qualidade desse sensor em comparação com outros, olhemos a tabela abaixo:

Device	Error (%) at 80-90 BPM	Error (%) at 160-170 BPM
Garmin VivoFit	10.7	0
Withings Pulse O2	5.3	57.1
Basis Carbon Steel	10.2	57.9
Samsung Gear Fit	4.2	Unable to read
Samsung Galaxy S5	3.1	0.2

O medidor de Batimentos Cardíacos embutido no *smartphone* Samsung Galaxy S5 tem boa qualidade, comparado a outros produtos no mercado. A coexistência deste sensor e do *smartphone* é uma grande vantagem para seu usuário pois dispensa a compra de um produto extra, no caso, o medidor de batimentos, que custa em torno de trezentos reais. [1]

>Sensor Infravermelho (Emissor e receptor de IR)

O Sensor Infravermelho utiliza quatro fotodiodos direcionais que detectam a luz IR (*Infrared*) refletida, que é gerada por um LED de IR embutido. Seu mecanismo interno, para a detecção de gestos, converte os sinais dos fotodiodos em informações de movimentos físicos (como velocidade, direção e distância).

Pode-se, assim, detectar gestos para cima ou para baixo, para esquerda ou direita, se aproximando ou afastando, baseando-se no sensor RGB e de gestos: APDS-9960, detectando gestos em até vinte cm de distância.

O sensor infravermelho é utilizado como sensor de gestos, por detecção de gestos com a mão feitos na frente do celular e sensor de proximidade, detectando proximidade entre *smartphone* e o rosto para atender uma chamada. Um módulo (usado em microcontroladores) com o mesmo sensor embutido no *Samsung Galaxy S5* (Sensor APDS-9960 da SparkFun) custa no site do fabricante em torno de cinquenta reais.

>GPS

O *Global Positioning System* recebe o sinal da rede de Satélites NavStar e define a posição do aparelho sobre a terra por triangulação e pelo tempo. Com ele sabemos a posição na Terra e/ou a velocidade (hoje em dia) relativamente bastante precisa de um aparelho que tem GPS.

Um aparelho dedicados *somente* para a recepção de sinal de GPS custa em torno de trezentos e quinze reais (Garmin eTrex 10 GPS na Amazon.de). Algo que pode ser facilmente substituído, na maioria das vezes, pelo GPS e pelo sistema de navegação dos *smartphones*.

>NFC

NFC, um *standard* de um sinal para transmissão de dados sem fio, ou *Near Field Communication* (Comunicação em um Campo próximo os aparelhos devem estar em uma distancia de pouco centímetros para que haja transmissão, sua velocidade de envio de dados é de 424KByte/s (inferior ao *Bluetooth*), porém é o suficiente para arquivos pequenos serem transmitidos. Vantagens: Por ele ser efetivo somente a uma pequena distância, consome pouca energia, e oferece maior segurança (é preciso que o aparelho do usuário e do invasor estejam à distância muito curta, não passando despercebido pelo usuário).

Algumas de incontáveis aplicações utilizando este sistema de transmissão de dados sem fio são:

- Transmissão de dados entre *smartphones/tablets*;

- Pagamento sem cédulas de Dinheiro - com cartões que possuem também a tecnologia NFC
- Tags/chaveiros-NFC que transmitem informações pequenas, como um link a um *website*; um contato telefônico ou algum comando (com poucos dados) para o *smartphone*.

>Câmera

Os primeiros telefones com câmeras foram lançados em 2000. Na época era basicamente um acessório extra. Hoje a câmera digital se tornou indispensável em um *smartphone* e a qualidade das fotos, que na época era menos de 1 MP, já supera câmeras compactas convencionais. Graças ao desenvolvimento de softwares cada vez mais sofisticados é possível ter muitos recursos em uma câmera como por exemplo fotos panorâmicas ou a tecnologia HDR que combina varias fotos de modo a obter a melhor qualidade de luz e nitidez.

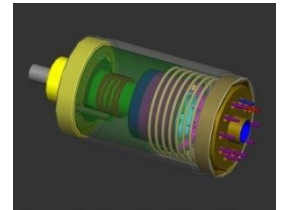
Especificamente a câmera do S5 conta com sensor *widescreen* ISOCELL de 16 MP. flash de LED, foco automático com detecção de fase (muito mais rápido), foto e vídeo com as duas câmeras de forma simultânea, foto durante o vídeo, geolocalização, HDR para foto e vídeo, estabilização de imagem e de vídeo, foco por toque e detecção de (e disparo por) rosto e sorriso.

Além de fotografar e gravar vídeos, é usada como scanner de códigos(QR Code), tradutor de textos, webcam, flash de LED traseiro como lanterna ou notificações além de aumentar a interatividade em jogos.

>Acelerômetro

Avalia a posição relativa do aparelho e ajusta o visor do celular, medindo acelerações. Ocupa dimensões pequenas e é encontrado com frequência em celulares e computadores portáteis.

Os acelerômetros dos aparelhos eletrônicos geralmente são compostos por molas de silício e corrente elétrica. As molas registram a oscilação na corrente elétrica para registrar os dados.



Em vez de posicionar dinamômetros (instrumento medidor de força) em lugares diferentes do objeto, um único acelerômetro é capaz de calcular qualquer força exercida sobre ele e, como força aplicada é o produto da massa de um corpo por sua aceleração, um acelerômetro é capaz de medir a aceleração sobre objetos. Detecta variação de velocidade nos 3 eixos, ou seja, em qualquer direção, informando a variação da velocidade de forma independente em cada direção.

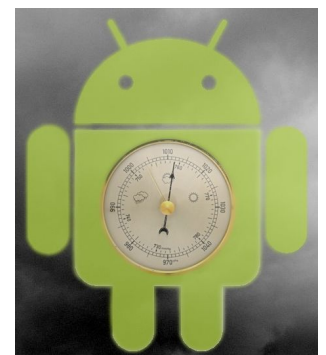
O *iPhone* inovou com o recurso e desde então celulares, *players* e câmeras digitais fazem uso do posicionamento automático da imagem ou executam ações sem que botão algum seja pressionado, abrindo novas possibilidades. Já o desenvolvimento nos jogos para aparelhos portáteis ainda é novo e tendem a ser aperfeiçoados.

Exemplificando: um jogo de basquete, em que se enxerga a cesta no visor do aparelho e simula atirar o celular no lugar da bola. Ou ainda um aplicativo onde você brinca com discos de praia com seu cachorro de maneira similar. Nos jogos que este recurso tem sido mais explorado, a interatividade do Nintendo Wii se deve a este instrumento.

>Barômetro

A posição exata é definida por um sistema de GPS que determina sua posição em 4 dimensões: latitude, longitude altitude e tempo.

Latitude e longitude, por meio das torres de telefonia celular e redes Wi-Fi; Altitude(em relação ao nível do mar), aumentando a precisão de localização.



Os smartphones não possuem uma maneira eficiente para determinar altitude.

Então o barômetro a estima, mostrando a localização mais rapidamente e com mais precisão, além de medir pressão atmosférica, detectando e prevendo mudanças de tempo a curto prazo.

Funcionando no amparo e aumento de capacidade de navegação, auxiliando na geolocalização.

Pode oferecer dados para uma rede de *crowdsourcing* visando o bem de moradores, viajantes e pedestres de várias cidades por meio de um servidor interpretando milhares de leituras de pressão em um raio pequeno para entregar previsões de tempo bem específicas e precisas.

Um aplicativo de temperatura que trabalha com *crowdsourcing* é o Weather Underground, coletando dados de vinte mil estações ao redor dos Estados Unidos. Supondo um barômetro em cada telefone, poderiam coletar dados até de vinte mil sensores barométricos em um só bairro ou cidade.

>Giroscópio

Uma roda de bicicleta consegue ficar em pé graças a força de atuação, denominada precessão, em que o ponto de cima da roda responde de uma maneira distinta ao ponto de baixo(embora ambos recebam força similar). Podemos relacionar esse conceito com os sistemas de navegação inerciais (INS).

Os giroscópios são utilizados em instrumentos como as bússolas, em que a agulha aponta sempre em uma mesma direção. Em *smartphones*, ele consegue detectar, por meio da força da gravidade, rotacionamento do aparelho no seu próprio eixo, e saber se ele está apontado para cima ou para baixo, o que é essencial em alguns jogos de realidade aumentada. Em um transporte, sua utilidade é ainda maior, sendo adotado no piloto automático de aeronaves.

>Wi-Fi

Wi-Fi é uma marca registrada da *Wi-Fi Alliance* e utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fios (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11. Em outras palavras, é uma rede local sem fios proveniente de um ponto de acesso(*hotspot*).

Conectar o celular e o computador em uma mesma Wi-Fi pode ser útil para transferir arquivos entre os aparelhos sem precisar de cabos. Conectar câmera de ação Go Pro que oferece opção de um Wi-Fi embutido para emparelhar com o smartphone pelo aplicativo GoPro, disponível para Android ou iOS. Enviar arquivos do *smartphone* para o HD externo.

>Microfones e Alto falantes

Os microfones e alto falantes estão presentes em qualquer celular e telefone, não sendo de *smartphones*. O microfone recebe um sinal acústico(sonoro) como por exemplo a voz e a transforma em um sinal elétrico. O alto falante, por sua vez, faz o inverso, recebe um sinal elétrico e transforma em uma onda sonora.

>Bateria

A maioria dos dispositivos que utilizam bateria hoje em dia utilizam as de Li-ion(íon lítio), isso se deve ao fato de que, diferente de suas antecessoras, as baterias de íon lítio não sofrem do efeito memória.

Além de conseguirem armazenar até o dobro de carga do que as baterias de NI-MH(hidreto metálico de Níquel) e até 3 vezes a carga das baterias de NiCd(Níquel Cádmio), as baterias não precisam ser descarregadas totalmente para poderem ser recarregadas e também não precisam ser carregadas totalmente antes de serem retiradas dos carregadores pois não sofrem do efeito memória, ou seja, elas não “viciam”.

>Armazenamento Interno e externo

Local em que ficam armazenados os arquivos do *smartphones*, diferentemente da memória RAM, as informações armazenadas não são perdidas quando o celular é desligado.

A memória interna depende simplesmente do tamanho, como alguns aplicativos exigem serem instalados na memória interna, é importante que o aparelho tenha uma memória interna de capacidade razoável. Atualmente a maioria dos *smartphones* possuem espaço pra um cartão SD, aumentando sua capacidade de armazenamento.

>Processador

Responsável pelo processamento de dados, em conjunto com a memória RAM, determina o desempenho de um *smartphone*, ou seja, quanto maior o desempenho do processador, melhor o desempenho.

Os processadores de *smartphones* dependem basicamente do *clock*(velocidade de processamento), quantidade de núcleos e GPU. Os aparelhos mais simples atualmente tem o *clock* entre 0,8GHz e 1GHz. O número de núcleos é o número de processadores dentro de um chip principal, quando um processador tem mais de um núcleo as tarefas são divididas entre os núcleos, melhorando o desempenho do *smartphone*. A GPU(Unidade de Processamento Gráfico) é responsável pelo processamento de imagens e vídeos então quanto melhor a GPU, melhor é a imagem do aparelho.

>Memória RAM

A memória RAM é uma memória volátil de acesso randômico, ou seja, ela pode acessar a informação armazenada nela de maneira aleatória(a qualquer instante) e os dados são perdidos quando o aparelho é desligado.

Ela, como já dito anteriormente, em conjunto com o processador ditam o desempenho do *smartphone*. Devido à memória RAM ser a responsável por levar a informação a ser processada até o processador e depois, a informação já processada ao dispositivo final que pode ser a tela, alto falante ou memória interna do celular.

Quanto mais rápido a informação for levada ao processador a ser processada, mais rápido o *smartphone* executará as funções desejadas.

>Bluetooth

É um sistema de comunicação de transferência de dados de baixo alcance que utiliza ondas de rádio de baixa frequência , entre 2,4 e 2,5 GHz, para se comunicar. A conexão *bluetooth* forma uma rede chama piconet, que permite até 8 aparelhos conectados ao mesmo tempo, porém outras piconets podem se sobrepor, formando uma rede chamada de scatternet, tornando o número de aparelhos que podem se conectar quase ilimitados.

A tecnologia *bluetooth* não sofre ou sofre muito pouca interferência, pois o aparelho escolhe uma frequência livre na sua faixa de operação para formar sua rede. A conexão é de baixo gasto energético e baixo alcance, sendo geralmente de até no máximo dez metros de distância em *smartphones* comuns (alguns dispositivos que possuem *bluetooth* podem ter um alcance de até cem metros).

Ele é muito útil para troca de arquivos e até mesmo para reprodução de mídia, como por exemplo conectar o *smartphone* ao rádio de um carro para reprodução de músicas do celular.

O nome dessa tecnologia é uma homenagem á um antigo rei da Dinamarca chamado Harold Blatand(em inglês, *Harold Bluetooth*). Esse homenagem se deve ao fato da tecnologia *bluetooth* ter unificado diferentes dispositivos, como conectar um fone de ouvido a um computador via *bluetooth*. O rei Harold foi responsável pela unificação das tribos dinamarquesas, suecas e norueguesas. O símbolo também é em homenagem ao Rei Harold, o logotipo do bluetooth é a junção de duas runas nórdicas, Hagall e Berkanan, que representam as iniciais “H” e “B” do nome do rei Harold.

Conclusão

Existem uma série de dispositivos eletrônicos e sensores integrados em um aparelho que possuem inimagináveis aplicações e que está presente no dia a dia da maioria da população, se destacam sensores biométricos tal como o de Medidor Óptico de Batimento Cardíaco, podem auxiliar no monitoramento de qualidade de saúde do usuário de *smartphone*. Mecanismos como GPS e barômetro oferecem informações referenciais de geolocalização, sendo utilizados como guia em meio de transporte, além do próprio giroscópio que é utilizado em modo piloto automático em aeronaves(em celulares seu uso é recente e se concentra na área de games).

Componentes como bateria, memória e processador são itens básicos e essenciais, dando respaldo necessário para uma boa utilização de um *smartphone*.

Outro mecanismo essencial é a câmera que além de fotografar e gravar vídeos, é usada como scanner de códigos tal como QR Code, tradutor de textos(ao direcionar a visão da lente ao texto a ser capturado), webcam, flash de LED traseiro como lanterna ou notificações além de proporcionar maior interatividade em jogos.

E, por fim, uma das mais importantes funções, e possivelmente mais usada, dos *smartphones* é o acesso à uma rede Wi-Fi que permite a navegação na rede por meio de *browsers*; o uso de aplicativos; a transferência de arquivos entre os aparelhos sem precisar de cabos; a conexão entre câmera de ação GoPro e *smartphone*; o envio de arquivos do celular para o HD externo, entre outros. Abrindo inúmeras possibilidades para os usuários dada suas inúmeras utilidades e aplicações.

O alcance do *smartphone* é mundial, e por isso, oferecem grande interatividade e possibilidade de troca de informações diversas ao redor do mundo, transpassando culturas e longas distâncias à poucos palmos de distância.

Bibliografia:

- ^[1] segundo Prognose zur Anzahl der Smartphone-Nutzer weltweit von 2012 bis 2020 (in Milliarden). Disponível em: <<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/309656/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-smartphone-nutzer-weltweit>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- ^[2] segundo These Were The Top 10 Selling Smartphones in June. Disponível em: <<http://time.com/3967880/smartphone-sales-june/>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- ABERT. Smartphones com Rádio FM Disponível em: <<http://www.abert.org.br/web/index.php/radio/radiocelular>>. Acessado em: 15 de Agosto de 2016
- ALVES, P. Câmeras dos smartphones têm funções 'secretas'; confira lista. Techtudo. Celulares e tablets, celulares. 2015. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/10/cameras-dos-smartphones-tem-funcoes-secretas-confira-lista.html>>. Acessado em: 14 ago. 2016.
- BARROS, T. Memória RAM nos smartphones: entenda para que serve e como funciona. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/08/memoria-ram-nos-smartphones-entenda-para-que-serve-e-como-funcao.html>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- BERGHER, R. O que é celular com giroscópio? Veja para que serve a função. Zoom. 2016. Disponível em: <<https://www.zoom.com.br/celular/deumzoom/o-que-e-celular-com-giroscopio>>. Acessado em: 14 ago. 2016.
- BEZAHLEN MIT DEM HANDY. Disponível em: <http://praxistipps.s3.amazonaws.com/bezahlen-per-nfc-technik_37919370.jpg>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- BIJORA, H. Saiba o que é a memória RAM do celular e como ela funciona. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2016/07/saiba-o-que-e-memoria-ram-do-celular-e-como-ela-funcao.html>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- CÂMARA, M. Bluetooth: O que é e como funciona. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/01/bluetooth-o-que-e-e-como-funcao.html>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- CIRIACO, D. Baterias: tudo o que você precisa saber sobre elas. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/notebook/2827-baterias-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-elas.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- CIRIACO, D. Câmeras de celular: evolução que vai muito além dos megapixels Disponível em: <<http://canaltech.com.br/materia/smartphones/cameras-de-celular-evolucao-que-vai-muito-alem-dos-megapixels-67675/>>. Acessado em: 15 de Agosto de 2016.
- DAUER, S. Galaxy S5 é smartphone poderoso que filma em 4K e tem monitor cardíaco. Disponível em: <<http://tecnologia.ig.com.br/analise/smartphones/2014-04-24/galaxy-s5-e-smartphone-poderoso-que-filma-em-4k-e-tem-monitor-cardiaco.html>>. Acessado em: 15 de Agosto de 2016.
- DIAS, F.M. O seu smartphone está pronto para o rádio? Disponível em: <<http://www.abert.org.br/web/index.php/impreartigos/item/23509-o-seu-smartphone-esta-pronto-para-o-radio>>. Acessado em: 15 de Agosto de 2016.
- GARMIN VIVOFIT 2 FITNESS-TRACKER. Disponível em: <https://www.amazon.de/Garmin-Fitness-Tracker-Batterielaufzeit-Inaktivit%C3%A4tsbalken-Schlafanalyse/dp/B00S876GKA/ref=sr_1_2/256-0104374-6989526?ie=UTF8&qid=1470869042&sr=8-2&keywords=garmin+vivofit>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- HAMANN, R. O que realmente oferecem os leitores de digitais dos smartphones? Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/biometria/92149-realmente-oferecem-leitores-digitais-smartphones.htm>>. Acessado em 16 de Agosto de 2016.
- HAMMERSCHMIDT, R. Por que os leitores de digitais invadiram os celulares? Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/produtos/89474-leitores-digitais-invadiram-os-celulares.htm>>. Acessado em 16 de Agosto de 2016.
- HARRIS, T. Leitor Capacitivo Disponível em: <<http://tecnologia.hsw.uol.com.br/leitores-de-impressoes-digitais3.htm>>. Acessado em: 11 de Agosto de 2016.

- IGLESIAS, A. Descubra como funciona o leitor de impressão digital de celular. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2013/10/como-funcionam-os-leitores-de-impressao-digital-conheca-tecnologia.html>>. Acessado em: 11 de Agosto de 2016.
- MANNARA, B. Descubra seis funções gratuitas para usar em dispositivos conectados no mesmo wi-fi. Tech tudo. Informatica, roteador. 2015. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2015/09/descubra-seis-funcoes-gratuitas-para-usar-em-dispositivos-conectados-no-mesmo-wi-fi.html>>. Acessado em: 14 ago. 2016.
- MARTINS, L. Por que o barômetro pode ser a nova carta na manga do Android, Gizmodo Brasil. Disponível em: <<http://gizmodo.uol.com.br/por-que-o-barometro-pode-ser-a-nova-carta-na-manga-do-android/>> Acessado em: 14 ago. 2016.
- MARTONIK, A. How use the heart rate monitor of the Samsung Galaxy S5. Disponível em: <<http://www.androidcentral.com/how-use-heart-rate-monitor-galaxy-s5>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- MAY, J. How Does Sat Nav Work | Headsqueeze. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=AIEldEhiskc>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- MOURA, O. Galaxy S5: Cadê o rádio FM? Disponível em: <<http://tecnodroid.com.br/noticias/samsung/galaxy-s5-cade-o-radio-fm-1229.html>>. Acessado em: 15 de Agosto de 2016
- MOURA, O. Medidor de batimento cardíaco e leitor de impressões digitais são alguns dos novos sensores do Galaxy S5. Disponível em: <<http://tecnodroid.com.br/noticias/samsung/como-funcionam-sensores-do-galaxy-s5-1202.html>>. Acessado em: 11 de Agosto de 2016
- NAPOL, I. Além da selfie: 11 funcionalidades bacanas da câmera do seu smartphone. Tecmundo. 2015. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/fotografia-e-design/81909-selfie-11-funcionalidades-bacanas-da-camera-smartphone.htm>>. Acessado em: 14 ago. 2016.
- NFC VOLKSBANK. Disponível em: <<http://1.f.ix.de/scale/geometry/695/q75/imgs/18/1/7/2/8/9/9/2/Nfcvolksbank2-1675e8a131bc19ef.jpeg>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- XAVIER, F. Um pequeno guia sobre o Bluetooth: Usos e funcionamento. Disponível em : <<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2011/03/um-pequeno-guia-sobre-o-bluetooth-seu-uso-e-funcionamento.html>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- NFC WAS IST DAS?. Disponível em: <http://praxistipps.chip.de/nfc-was-ist-das_12294>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- OLHAR DIGITALI. Leitores de impressão: entenda as tecnologias, a eficácia e o funcionamento Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_XThECAuAQ>. Acessado em: 11 de Agosto de 2016
- OPTICAL HEART RATE MONITORS EXPLAINED. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UmlcOHtkiQ4>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- POR QUE O GALAXY NEXUS TEM UM BARÔMETRO? ENTENDA. Tech tudo. Informatica, sistemas operacionais. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2011/10/por-que-o-galaxy-nexus-tem-um-barometro-entenda.html>>. Acessado em: 14 ago. 2016.
- PROCÓPIO, D. O que são processadores de smartphones? Pra que servem?. Disponível em: <<https://www.mobilebit.com.br/o-que-sao-processadores-de-smartphones/>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- PROFIS, Sharon. How Accurate are wristband heart rate monitors. Disponível em: <<http://www.cnet.com/news/how-accurate-are-wristband-heart-rate-monitors/>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- SPARKFUN RGB AND GESTURE SENSORr - APDS-9960. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/products/12787>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- TAGIAROLI, G. Entenda as especificações de processadores usados em smartphones e tablets. Disponível em: <<http://tecnologia.uol.com.br/noticias/redacao/2013/03/15/entenda-as-especificacoes-de-processadores-de-dispositivos-moveis.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2016.